

SOLUCIÓN NO ACUOSA DE REGULADOR(ES) DE CRECIMIENTO VEGETAL Y SOLVENTE(S) ORGÁNICO(S) POLAR(ES) Y/O SEMI-POLAR(ES)

REFERENCIA A SOLICITUDES RELACIONADAS

- 5 Esta solicitud reivindica el beneficio, de conformidad con 35 U.S.C. 119(e), de la Solicitud Provisional de EE.UU. Nro. 62/103.410 presentada el 14 de enero de 2015, cuyo contenido se incorpora a la presente por referencia.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10 1. Campo de la invención

- La presente invención se refiere en general a soluciones no acuosas de reguladores de crecimiento vegetal y solventes orgánicos polares y/o semi-polares, a métodos para elaborar dicha solución no acuosa y a métodos para mejorar el crecimiento y la productividad de cultivo de plantas que usan dicha solución no
15 acuosa.

2. Descripción de los antecedentes

- Según se establece en la Publicación Internacional Nro. WO 2012068473, cuyo contenido se incorpora expresamente en la presente por referencia, se sabe
20 que el crecimiento y el desarrollo de las plantas, así como su productividad (por ejemplo, cultivos, semillas, frutos, etc.) son regulados por factores de crecimiento, componentes minerales y moléculas pequeñas que señalan la expresión de genes que mejoran el nivel de productividad de la planta, ya sea en cantidad o calidad. Los enfoques tradicionales para mejorar la productividad vegetal han incluido la
25 aplicación de diversos minerales y componentes de nitrógeno como adiciones necesarias o sustratos para la productividad de la planta de cultivo u otra planta. Sin embargo, dichos enfoques han tendido a pasar por alto –a propósito o sin

saberlo— los factores de crecimiento (por ejemplo, fitohormonas y/u otras moléculas pequeñas) requeridos para una mayor productividad.

Tradicionalmente, los fertilizantes minerales se han aplicado predominantemente a las plantas de cultivos en crecimiento. Sin embargo, surgen
5 dificultades cuando las tensiones externas impiden un exitoso desarrollo vegetal, especialmente de los cultivos de granos o semillas y/u otros cultivos. Las tensiones físicas, tales como aquellas infligidas por temperaturas ambientales demasiado baja o demasiado altas, y en particular las elevadas temperaturas, son especialmente problemáticas. Más aún, la práctica agronómica más moderna no
10 emplea reguladores de crecimiento vegetal para superar la dificultad de la planta, debido a tales tensiones, para producir suficiente cantidad de nutrientes, por ejemplo, azúcares, para evitar la autofagia (es decir, el canibalismo de células vegetales previamente formadas por parte de nuevas células para compensar la escasez de nutrientes celulares). Es bien sabido que los fertilizantes minerales
15 proporcionan dieciocho minerales que son necesarios para el crecimiento y el desarrollo de los cultivos. Las moléculas de señalización, tales como los reguladores de crecimiento vegetal u otras moléculas, son conocido por mejorar la productividad del cultivo a través de la expresión de ciertos genes. Más aún, se ha investigado mucho sobre el uso de reguladores de crecimiento vegetal y sus efectos
20 sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Un enfoque alternativo, más natural, que está siendo cada vez más apreciado se basa en la teoría de que las plantas ya tienen los genes o el código genético necesario para producir mayor cantidad y/o calidad de diversos tejidos de la planta, así como para prosperar frente a adversidades comunes, tales como
25 sequías, enfermedades e infestaciones de insectos. Pero para realizar la total expresión de este material genético innato y el potencial completo de la planta, ésta debe recibir diversos nutrientes y/o fitohormonas naturales en concentraciones

específicas, en momentos específicos durante el crecimiento de la planta, y en partes o tejidos específicos de la planta.

Como estipula la Publicación Internacional Nro. WO 2005/021715, cuyo contenido se incorpora expresamente en la presente por referencia, las hormonas vegetales han sido conocidas y estudiadas durante años. Las hormonas vegetales se pueden clasificar en las siguientes categorías: auxinas, citoquininas, giberelinas, ácido abscísico, brasinoesteroides, jasmonatos, ácidos salicílicos, poliaminas, péptidos, óxidos nítricos, estrigolactonas y etileno. El etileno se ha asociado desde hace tiempo con la maduración de los frutos y abscisión de las hojas. El ácido abscísico causa la formación de brotes de invierno, desencadena la latencia de las semillas, controla la apertura y el cierre de estomas, e induce la senescencia foliar. Las giberelinas, principalmente el ácido giberélico, están involucradas en la ruptura de la latencia de las semillas y en la estimulación de la elongación celular en los tallos. Las giberelinas también son conocidas por hacer que las plantas enanas se elonguen hasta alcanzar un tamaño normal. Las citoquininas son producidas principalmente en las raíces de las plantas. Las citoquininas estimulan el crecimiento de brotes laterales más bajos en el tallo, promueven la división celular y la expansión foliar, y retardan el envejecimiento de la planta. Las citoquininas también mejoran los niveles de auxina al crear un nuevo crecimiento a partir de los tejidos meristemáticos en los cuales se sintetizan las auxinas. Las auxinas promueven tanto la división como la elongación celular, y mantienen la dominancia apical. Las auxinas también estimulan el crecimiento secundario en el cambium vascular, inducen la formación de raíces adventicias, y promueven el crecimiento de frutos.

La auxina natural más común es el ácido indol-3-acético (IAA). Sin embargo, se conocen auxinas sintéticas, que incluyen ácido indol-3-butírico (IBA); ácido naftalenacético (NAA); ácido 2,4-diclorofenoxi acético (2,4-D); y ácido 2,4,5-

triclorofenoxi acético (2,4, 5-T o Agent Orange). Aunque éstas son reconocidas como auxinas sintéticas, se debe reconocer que el IBA se produce naturalmente en tejidos vegetales. Muchas de estas auxinas sintéticas han sido empleadas durante décadas como herbicidas, y han producido un crecimiento vegetal acelerado y
5 exagerado seguido por la muerte de la planta. Agent Orange obtuvo amplio reconocimiento cuando fue usado extensamente por el Ejército y la Fuerza Aérea de los Estados Unidos en aplicaciones de defoliación durante la guerra de Vietnam. El 2,4-D se sigue usando en varios herbicidas comerciales vendidos para usar en agricultura, derecho de paso, y mercados de césped y plantas ornamentales.

10 En el uso agrícola, a menudo se proporcionan ingredientes activos en forma de concentrados adecuados para su dilución con agua. Se conocen muchas formas de concentrados agrícolas, y éstas consisten en el ingrediente activo y un portador, que puede incluir diversos componentes. Se obtienen concentrados a base de agua disolviendo, emulsionando y/o suspendiendo materiales técnicos agrícolamente
15 activos en agua. Debido a la relativamente compleja cadena de suministro para agentes de protección de cultivos, tales formulaciones concentradas se pueden almacenar durante largos períodos y se pueden someter, durante el almacenamiento y el transporte, a variaciones de temperatura extremas, elevadas fuerzas de corte y patrones de vibración repetitivos. Dichas condiciones de la
20 cadena de suministro pueden aumentar la probabilidad de falla de la formulación debido, por ejemplo, a problemas de degradación mediada por agua y estabilidad.

Por consiguiente, el uso eficiente de sistemas acuosos con ciertos agroquímicos y agentes de protección de cultivos está restringido debido a su baja estabilidad química cuando son expuestos al agua durante el almacenamiento.
25 Típicamente, la hidrólisis es el mecanismo de degradación mediado por agua más común; sin embargo, los concentrados agrícolas con ingredientes activos sensibles al agua también están sujetos a la oxidación, deshalogenación, escisión de enlaces,

redisposición de Beckmann y otras formas de degradación tras la exposición al agua.

En algunos casos, puede ser deseable combinar diferentes agroquímicos para proporcionar una única formulación que aproveche las propiedades aditivas de cada agroquímico separado, y opcionalmente un adyuvante o combinación de adyuvantes que proporcionen un óptimo rendimiento biológico. Por ejemplo, los costos de transporte y almacenamiento se pueden minimizar usando una formulación en la cual la concentración de los agroquímicos activos sea lo más alta posible y en la cual cualquier adyuvante deseado se “introduzca” en la formulación, a diferencia de que sea mezclado separadamente dentro del tanque de pulverización. Sin embargo, cuanto mayor sea la concentración del agroquímico activo, mayor es la probabilidad de alterar la estabilidad de la formulación, o de que uno o varios componentes se separen de fase.

Otro desafío surge cuando el usuario de una formulación concentrada líquida agroquímica diluye la formulación en agua (por ejemplo, en un tanque de pulverización) para formar una composición acuosa diluida para pulverización. Dichas composiciones agroquímicas para pulverización son ampliamente usadas, pero su rendimiento a veces puede estar limitado por la tendencia de ciertos agroquímicos a degradarse en un tanque de pulverización tras la exposición al agua. Por ejemplo, la descomposición del agroquímico puede aumentar con la creciente alcalinidad y temperatura del agua, y con el período de tiempo que la composición para pulverización permanece en el tanque.

Considerando la variedad de condiciones y situaciones especiales en las cuales las formulaciones concentradas líquidas agroquímicos son almacenadas, transportadas y usadas en todo el mundo, sigue existiendo la necesidad de contar con formulaciones concentradas de agroquímicos, incluidos agroquímicos sensibles al agua, que brinden beneficios de estabilidad en al menos algunas de

dichas condiciones y situaciones. Existe la necesidad adicional de que aquellas formulaciones con alta carga sean estables antes de ser diluidas con agua en un amplio rango de condiciones de campo.

US 20120045497 documenta la estabilización de composiciones agroquímicas líquidas que comprenden concentrados de dispersión fluidos, no acuosos, que comprenden una fase líquida continua sustancialmente miscible en agua, una fase líquida dispersada no miscible en agua y un sólido coloidal.

Más aún, se sabe que las giberelinas y el ácido abscísico no se pueden aplicar directamente a un cultivo y requieren un sistema solvente como portador para dichas aplicaciones. Dado que las giberelinas son lentamente hidrolizadas en soluciones acuosas, no se pueden almacenar durante largo tiempo en soluciones acuosas. Las soluciones comerciales son entonces no acuosas. Las giberelinas son conocidas por disolverse en metanol. El metanol es tanto inflamable como venenoso. Por lo tanto, las Normas sobre Productos Peligrosos (DGR) exigen que todos los productos que contengan metanol, incluidas las soluciones de giberelinas, sean comercializados como inflamables y venenosos, y se manipulen de manera acorde, lo cual ha llevado a mayores restricciones en algunos estados y países. Por consiguiente, US 20030013610 propone el uso de un sistema solvente lipofílico. Se ha descubierto que la falta de solubilidad de las giberelinas en solventes lipofílicos se ha superado a través del uso de ciertos sistemas solventes lipofílicos. Esto reviste interés, ya que no son inflamables como el metanol. Dichos sistemas incluyen una composición promotora de crecimiento vegetal que comprende: (a) no más del 20% en peso de una o varias giberelinas; y (b) un sistema solvente esencialmente no acuoso que comprende: (i) 30 a 99% en peso de uno o varios solventes lipofílicos; (ii) al menos una cantidad molar equivalente a las giberelinas de uno o varios agentes de acoplamiento alcalinos lipofílicos que permiten que las giberelinas formen un complejo soluble solvente lipofílico; (iii) 1 a 50% en peso de

uno o varios emulsionantes que se unen con el solvente lipofílico para formar un producto homogéneo y permitir la dispersión de la composición en agua para su aplicación; y (iv) opcionalmente, no más del 15% en peso de uno o varios cosolventes reductores de la viscosidad.

5

SÍNTESIS DE LA INVENCIÓN

La presente invención se dirige a una solución no acuosa de: 1) al menos un regulador de crecimiento vegetal, y 2) al menos un solvente orgánico polar y/o al menos un solvente orgánico semi-polar. La presente invención además incluye
10 métodos para preparar dicha solución no acuosa, y métodos para mejorar el crecimiento y la productividad de cultivo de las plantas usando dicha solución no acuosa. Un solvente orgánico polar se define como aquel que disuelve solutos iónicos y otros solutos polares. Los solventes orgánicos semi-polares inducen cierto grado de polaridad en las moléculas no polares. Una medida de la polaridad
15 se puede determinar por su constante dieléctrica. Los solventes orgánicos semi-polares y los solventes orgánicos polares definidos en esta invención son aquellos solventes orgánicos que tienen constantes dieléctricas mayores a 10 a los 20°C. Por ejemplo, los solventes orgánicos polares pueden incluir, aunque no a modo de limitación, alcoholes, dialquil-cetonas, alquilen-carbonatos, alquil-ésteres y aril-
20 ésteres. Por ejemplo, los solventes orgánicos semi-polares pueden incluir, aunque no a modo de limitación, polietilenglicoles de distintos pesos moleculares. La presente invención incluye métodos por los cuales el crecimiento vegetal se puede manipular a través de la adición de dicha solución no acuosa por aplicación a las raíces o tejidos aéreos.

25 La presente invención se dirige a métodos para mejorar el crecimiento y la productividad de cultivo de las plantas introduciendo reguladores de crecimiento vegetal, tales como fitohormonas, al tejido de la planta usando solventes orgánicos

polares y semi-polares. En los métodos de la presente invención, una hormona vegetal en una cantidad efectiva para producir el efecto deseado, por ejemplo, mejor crecimiento, mejor producción de frutos o mejor arquitectura de planta, se disuelve en solventes orgánicos polares y semi-polares, y se aplica como solución acuosa al tejido vegetal.

La solución no acuosa que contiene reguladores de crecimiento vegetal tiene mejor estabilidad en comparación con la composición acuosa por el uso de los solventes orgánicos polares y semi-polares. Esta mejor estabilidad de la solución no acuosa preserva más actividad bioquímica en comparación con las composiciones acuosas tradicionales. Esto mejora la arquitectura de la planta al producir una planta más sólida y compacta, caracterizada por mayor ramificación, internodos de tronco más cortos, un prolífico desarrollo radicular y hojas más gruesas con mayor capacidad de fotosíntesis y producción de azúcar. Este cambio arquitectónico aumenta la capacidad de almacenamiento de fotosintato; puntos de floración; inicio de formación, tamaño y retención de frutos; y en última instancia mayor rendimiento.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La solución no acuosa de la presente invención incluye: 1) al menos un regulador de crecimiento vegetal, también denominado PGR en la presente, y 2) al menos un solvente orgánico polar y/o al menos un solvente orgánico semi-polar. En la presente también se divulgan métodos para preparar dicha solución no acuosa y métodos para mejorar el crecimiento y la productividad de cultivo de las plantas usando dicha solución no acuosa. La presente invención incluye métodos mediante los cuales el crecimiento vegetal se puede manipular a través de la adición de dicha solución no acuosa por aplicación al tejido vegetal.

Según se estipula en la presente, se entiende que el término “no acuoso” puede incluir pequeñas cantidades de agua, preferentemente menos del 5% en peso, preferentemente menos de 4% en peso, preferentemente menos de 3% en peso, preferentemente menos de 2% en peso, preferentemente menos de 1% en peso y preferentemente menos de 0,5% en peso. Sin embargo, se prefiere no
 5 agregar agua intencionalmente a la presente solución no acuosa.

Reguladores de crecimiento vegetal/ Fitohormonas

Aunque los reguladores de crecimiento vegetal (PGR) proporcionados en la
 10 solución no acuosa pueden ser cualquier hormona vegetal efectiva, la fitohormona típicamente se selecciona de etileno, auxinas, citoquininas, giberelinas, ácido abscísico, brasinoesteroides, jasmonatos, ácidos salicílicos, péptidos, poliaminas, óxido nítrico, estrigolactonas, precursores, derivados y mezclas de ellos.

La auxina preferentemente se selecciona del grupo formado por en auxinas
 15 naturales, auxinas sintéticas, metabolitos de auxinas, precursores de auxinas, derivados de auxinas y mezclas de ellos. La auxina preferida es una auxina natural, más preferentemente ácido indol-3-acético. La auxina sintética actualmente preferida es el ácido indol-3-butírico (IBA). Otras auxinas sintéticas ilustrativas que se pueden emplear en la presente invención incluyen ácido indol-3-propiónico,
 20 ácido indol-3-butírico, ácido fenilacético, ácido naftalen-acético (NAA), ácido 2,4-diclorofenoxi-acético, ácido 4-cloroindol-3-acético, ácido 2,4,5- triclorofenoxi acético, ácido 2-metil-4-clorofenoxi acético, ácido 2,3,6- triclorobenzoico, ácido 2,4,6-triclorobenzoico, ácido 4-amino-3,4,5-tricloropicolínico y mezclas de ellos.

La citoquinina preferentemente se selecciona de una o varias de las
 25 siguientes: zeatina, diversas formas de zeatina, N6-bencil adenina, N6-(delta-2-isopentil) adenina, 1,3-difenil urea, tidiazurona, CPPU (forclorfenurona), quinetina

u otras formulaciones químicas con actividad de citoquinina. La citoquinina preferida es quinetina.

La giberelina preferentemente se selecciona de una o varias de las siguientes: GAI, GA2, GA3, GA4, GA5, GA6, GA7, GA8, GA9, GA10, GA11, GA,2,
 5 GA,3, GA,4, GA,5, GA16, GA17, GA,8, GA19, GA20, GA2i, GA22, GA23, GA24, GA25, GA26, GA27, GA28, GA29, GA30, GA31, GA32, GA33, GA34, GA35, GA36, GA37, GA38, GA39, GA40, GA41 , GA42, GA43, GA44, GA45, GA45, GA47, GA48, GA49, GAs, GA5 l, GA52, GA53, GA54, GA55, GA56, GA57, GA58, GA59, GA60, GA61, GA62, GA63, GA64, GA65, GA66, GA67, GA68, GA69, GA70, GA71, GA72,
 10 GA73, GA74, GA75, GA76, GA77, GA78, GA79, GA80, GA8i, GA82, GA83, GA8 , GA85, GA86, GA87, GA88, GA89, GA9o, GA9i, GA92, GA93, GA94, GA95, GA96, GA97, GA98, GA^, GA100, GA101, GA) 02, GAio3, GA104, GA105, GA106, GAio7, GAios, GAi09, GAno, GAm, GAn2, GA113, GA| i4, GA115, GA116, GAI i7, GAI is, GAn9, GAno, GAI2i, GAI22, GAI23, GAI24, GAI25 y/o GAI26. La giberelina preferida
 15 es el ácido giberélico, GA3.

Las auxinas, preferentemente el ácido indol-3-butírico (IBA), están presentes en la solución no acuosa en una cantidad tal que la auxina está entre aproximadamente 0,001 y 10% en peso, preferentemente entre aproximadamente 0,005 y aproximadamente 5% en peso, preferentemente entre 0,005 y
 20 aproximadamente 2% en peso, preferentemente entre 0,005 y aproximadamente 1% en peso, preferentemente entre 0,005 y aproximadamente 0,5% en peso, preferentemente entre 0,005 y aproximadamente 0,85% en peso, y preferentemente entre aproximadamente 0,005 y aproximadamente 0,05% en peso de la solución no acuosa.

25 La giberelina, preferentemente el ácido giberélico (GA3), están presentes en la solución no acuosa en una cantidad tal que la giberelina está entre aproximadamente 0,001 y 20% en peso, preferentemente entre aproximadamente

0,001 y 15% en peso, preferentemente entre aproximadamente 0,001 y 7,5% en peso, preferentemente entre aproximadamente 0,005 y aproximadamente 5% en peso, preferentemente entre aproximadamente 0,005 y aproximadamente 1% en peso, preferentemente entre aproximadamente 0,005 y aproximadamente 0,11%
5 en peso, preferentemente entre aproximadamente 0,005 y aproximadamente 0,07% en peso, y preferentemente entre aproximadamente 0,005 y aproximadamente 0,05% en peso de la solución no acuosa.

Las citoquininas, preferentemente quinetina, están presentes en la solución no acuosa en una cantidad tal que la citoquinina está entre aproximadamente 0,003
10 y 0,3% en peso, preferentemente entre 0,009 y 0,15% en peso, preferentemente entre aproximadamente 0,0015 y 0,15% en peso, y con la máxima preferencia entre aproximadamente 0,01 y 0,05% en peso de la solución no acuosa.

Como se estipula en la Publicación Internacional WO 2012068473, cuyo contenido se incorpora expresamente en la presente por referencia, en una forma
15 de realización preferida de la presente invención, los reguladores de crecimiento vegetal se incluyen como una mezcla PGR de dos hormonas vegetales: citoquinina y giberelina. Cuando se usan juntas, la relación de los reguladores de crecimiento vegetal, citoquinina y giberelina, preferentemente oscila entre 1:10 y 1:300, y más preferentemente entre 1:20 y 1:40. Una relación de aproximadamente 1:30 es la
20 más preferible. No obstante, para obtener los mejores resultados, la cantidad absoluta de las citoquininas y giberelinas debe variar proporcionalmente al volumen/ peso de las plantas tratadas y sus frutos.

Además, en una forma de realización preferida de la presente invención, el regulador de crecimiento vegetal puede incluir una mezcla PGR de las siguientes
25 dos fitohormonas: citoquinina y auxina. Cuando se usan juntas, la relación de los reguladores de crecimiento vegetal, citoquinina y auxina, preferentemente oscila entre 1:10 y 1:300, y más preferentemente entre 1:20 y 1:40. Una relación de

aproximadamente 1:30 es la más preferible. No obstante, para obtener los mejores resultados, la cantidad absoluta de las citoquininas y giberelinas debe variar proporcionalmente al volumen/ peso de las plantas tratadas y sus frutos.

Asimismo, en una forma de realización preferida de la presente invención, el regulador de crecimiento vegetal puede incluir una mezcla PGR de tres hormonas vegetales: citoquinina, giberelina y auxina. En una mezcla preferida, la citoquinina es quinetina, la giberelina es GA3, y la auxina es IBA. Cuando se usan juntas, la cantidad de quinetina es preferentemente 4–6 veces, y más preferentemente 2–3 veces mayor que la cantidad de ácido giberélico, y la cantidad de IBA es preferentemente 1–1,5 veces mayor que la cantidad de ácido giberélico. La solución no acuosa preferentemente puede incluir: a) 0,2–0,005% en peso, más preferentemente 0,10–0,009% en peso de quinetina; b) 0,1–0,003% en peso, más preferentemente 0,05–0,005% en peso de GA3; y c) 0,1–0,003% en peso, más preferentemente 0,05–0,005% en peso de IBA.

15

Solventes orgánicos polares y semi-polares

Se puede usar una amplia variedad de solventes orgánicos polares y semi-polares, que incluyen los solventes orgánicos polares y semi-polares etanol, n-propanol, iso-propanol, lactato de etilo, 3-hidroxibutirato (ésteres de etilo y propilo), glicoles, glicerol, polietilenglicol, polipropilenglicol, carbonato de propileno y combinaciones de ellos. Con la máxima preferencia, se usa propilenglicol como solvente orgánico en la solución no acuosa de la presente invención. En una forma de realización de la presente invención, el solvente orgánico polar y semi-polar es uno solo o una combinación de “solventes orgánicos no volátiles, polares o semi-polares”, que en la presente se define para excluir aquellos compuestos orgánicos volátiles (VOC) con una presión de vapor de menos de 0,1 mm Hg a 20°C.

25

Ingredientes adicionales incluidos/ excluidos

Una forma de realización preferida de la presente invención incluye la adición de tensioactivos, antiespumantes y/o conservantes conocidos por el especialista en el arte. El tensioactivo puede incluir, aunque no a modo de limitación, el grupo formado por en carboxilatos, sulfonatos, aceites naturales, alquilamidas, arilamidas, alquilfenoles, arilfenoles, alcoholes etoxilados, polietileno, ésteres carboxílicos, ésteres de polialquilglicol, anhidrosorbitoles, ésteres de glicol, amidas carboxílicas, monoalcanolamina, amidas de ácidos grasos de polietileno, polisorbatos, ciclodextrinas, alcoholes a base de azúcares, a base de siliconas, alcoholes polialquilados y etoxilatos de alquilarilo. En una forma de realización preferida, la solución no acuosa consiste en sólo el(los) regulador(es) de crecimiento vegetal, mineral(es) opcional(es), tensioactivos, y el(los) solvente(s) orgánico(s) polar(es) y semi-polar(es), y cualquier impureza inherente en ellos.

En una forma de realización preferida alternativa, la solución no acuosa sólo incluye un solvente, es decir, el solvente orgánico polar y semi-polar. Como se indicó previamente, esta solución no acuosa puede incluir pequeñas cantidades de agua, preferentemente menos de 5% en peso, más preferentemente menos de 1% en peso, y con la máxima preferencia menos de 0,5% en peso. Con la máxima preferencia, la solución no acuosa sólo incluye un solvente, es decir, el solvente orgánico polar y semi-polar, sin la adición intencional de agua. Como se indicó previamente, la solución no acuosa puede incluir además un mineral seleccionado del grupo formado por en los metales alcalino-térreos, metales de transición, boro y mezclas de ellos. Dichos minerales preferentemente se seleccionan del grupo formado por en calcio, magnesio, zinc, cobre, manganeso, boro, hierro, cobalto, molibdeno y mezclas de ellos. Cuando se incluyen, los minerales pueden estar presentes en el rango de aproximadamente 0,001 a aproximadamente 10,0% en peso, preferentemente de aproximadamente 0,001 a aproximadamente 3,0% en peso. La solución no acuosa de manera opcional –pero preferentemente– incluye

uno o varios minerales que ayudan en la captación del(los) regulador(es) de crecimiento vegetal por parte de los tejidos vegetales y/o complementan la utilización de las hormonas vegetales por parte de los tejidos vegetales. Los minerales preferidos incluyen zinc, nitrógeno, potasio, calcio y boro, con nitrógeno, 5 potasio, calcio y/o boro. En una forma de realización preferida, los metales incluyen, aunque no a modo de limitación, cloruros de metales, sulfatos de metales, sales de sodio o potasio, y metales quelados. Los ejemplos específicos incluyen, aunque no a modo de limitación, cloruros de metales, sulfatos de metales, metales quelados con EDTA y otros compuestos metales adecuados.

10 La solución no acuosa se puede combinar con un fertilizante que contenga nitrógeno, tal como un fertilizante de nitrógeno líquido que comprende aproximadamente la mitad de urea y la mitad de nitrato de amonio. Dicho fertilizante de nitrógeno líquido tiene un contenido de nitrógeno de aproximadamente 28 a 32%. Preferentemente, el fertilizante de nitrógeno líquido se mezcla con la solución 15 no acuosa que contiene el(los) regulador(es) de crecimiento vegetal y otros minerales, si los hubiere, justo antes de la aplicación, de modo tal que sólo se necesita una única aplicación de campo de la solución/ fertilizante, con lo cual se reduce el trabajo y los costos de equipamiento que de lo contrario se requerirían debido a una posterior aplicación de campo de nitrógeno solamente.

20

Método de elaboración

La solución no acuosa generalmente se produce disolviendo al menos un regulador de crecimiento vegetal en al menos un solvente orgánico polar y semi-polar, y ya sea mezclando a temperatura ambiente o a una temperatura hasta el 25 punto de ebullición del solvente orgánico polar y semi-polar, más preferentemente por debajo de 120°C y con la máxima preferencia por debajo de 100°C. Se cree

que calentar las hormonas en el solvente orgánico polar y/o semi-polar hasta 120°C no degradará significativamente los reguladores de crecimiento vegetal.

Aplicación a plantas

5 En una forma de realización preferida, la solución no acuosa se combina con agua antes de su aplicación a la planta (por ejemplo, algunas horas antes de su aplicación a la planta) para proporcionar una composición diluida en agua. La cantidad de agua agregada a la solución no acuosa depende de la concentración requerida de los ingredientes activos necesarios para regular el crecimiento vegetal,
10 como sabe el especialista en el arte.

 En una forma de realización más preferida de los métodos de la presente invención, una composición diluida en agua de la solución no acuosa del regulador de crecimiento vegetal se aplica a las raíces, follaje, flores o frutos de una planta luego de la plantación. Aunque la aplicación a las raíces o tubérculos previa a la
15 plantación, o la aplicación a la tierra después de la plantación, pueden producir los mejores resultados en algunas circunstancias, en otras puede preferirse la aplicación al follaje. Al seleccionar un método de aplicación, se deben tener en cuenta el cultivo específico y el resultado deseado. La solución no acuosa y/o la composición diluida en agua que incluye la solución no acuosa se pueden aplicar
20 usando equipos convencionales de irrigación o pulverización.

 El método preferentemente incluye la aplicación de la solución no acuosa de reguladores de crecimiento vegetal, tales como una citoquinina, al follaje y/o las flores de plantas en el momento que comienza la floración de la planta, o alrededor de ese momento (por ejemplo, durante la meiosis y cuando el polen está por
25 ingresar en dehiscencia). La solución no acuosa se puede aplicar a la tierra de cualquier manera apropiada, tal como, por ejemplo, en el surco abierto cerca de las raíces de la planta, el cual luego puede cerrarse. También se puede aplicar con

- diversas formas de irrigación, tales como superior o por cinta de goteo, o por irrigación de surcos, entre otras. La aplicación de químicos agrícolas se puede lograr de cualquiera de las varias maneras conocidas por el especialista en el arte, las cuales incluyen, aunque no a modo de limitación, aplicaciones foliares,
- 5 aplicaciones a la tierra, aplicaciones de irrigación, etc. En un método preferido de la invención, la solución no acuosa se prepara y se aplica a las raíces de las plantas en crecimiento, o a través de la tierra en la cual crecen las plantas, a través de irrigación por goteo. Otros métodos de aplicación tipo fertirrigación que se pueden emplear incluyen, aunque no a modo de limitación, diseminación (por ejemplo,
- 10 irrigación convencional) y otros tipos de aplicaciones de colocación (por ejemplo, revestimiento lateral, microchorros, etc.). La aplicación por diseminación es un método aceptable, si se permite suficiente irrigación para lavar la solución no acuosa del follaje y los tejidos de las plantas que crecen sobre la tierra, y en la tierra/ raíces.
- 15 La presente invención incluye semillas, partes de semillas, fertilizante seco, talco, yeso o tubérculos para producir plantas que tienen, dispersa sobre su superficie, una fitohormona, por ejemplo, una auxina u otro PGR, en una cantidad efectiva para alterar la arquitectura de la planta, como se explicó antes, pero en una cantidad insuficiente como para afectar negativamente el crecimiento de los tejidos
- 20 vegetales. Cuando se aplica como solución no acuosa, la solución no acuosa que contiene el regulador de crecimiento vegetal, por ejemplo, una auxina u otro PGR, se puede pulverizar sobre las semillas o tubérculos usando equipos pulverizadores convencionales. Alternativamente, las semillas, fertilizante, talco, yeso o tubérculos se pueden sumergir en una solución no acuosa del regulador de crecimiento
- 25 vegetal. Las semillas, fertilizantes, talco, yeso o tubérculos se pueden tratar antes de la plantación pulverizándolos con tales soluciones no acuosas o sumergiéndolos en ellas.

El método preferido de aplicación de PGR puede ser junto con una solución que contenga boro. El boro estabiliza la auxina en los tejidos vegetales a los que se aplican dichas soluciones. La aplicación de un metal o metaloide, preferentemente boro, junto con el PGR extiende la vida útil del PGR, lo cual
5 permite tiempos más prolongados entre aplicaciones repetidas. Además, se ha informado que el boro tiene actividades insecticidas, fungicidas y bactericidas. Por consiguiente, se cree que la aplicación de PGR, junto con boro, mejorará el efecto del PGR en cuanto a suprimir la infestación con insectos y patógenos en las plantas.

De preferencia, aunque opcionalmente, también se aplica una baja
10 concentración de potasio junto con el regulador de crecimiento vegetal para mejorar los efectos de la hormona vegetal. El potasio, si se aplica con la citoquinina, preferentemente se aplica en muy bajas concentraciones, entre aproximadamente 1/4 libra (1 libra = 0,45 kg) y aproximadamente 2 libras por acre (1 acre = 0,405 hectárea), más preferentemente entre aproximadamente 1/2 libra y
15 aproximadamente 1-1/2 libras por acre, y con la máxima preferencia aproximadamente 1 libra por acre.

Aunque los métodos de la presente invención se pueden usar con sustancialmente todas las plantas, son particularmente útiles cuando se aplican a plantas de cultivo, por ejemplo, frijoles secos, soja, cebollas, pepinos, tomates,
20 papas, maíz, algodón, canola, trigo y similares.

En un primer paso de aplicación de la solución no acuosa a las plantas, la hormona vegetal se prepara para su aplicación a las plantas a ser tratadas. La hormona vegetal preferentemente se aplica a las plantas en una solución no acuosa. Por lo tanto, la preparación de la hormona vegetal puede incluir una o
25 varias de las siguientes actividades: diluir la solución no acuosa de la hormona vegetal con una cantidad suficiente de solvente para crear la concentración deseada de hormona vegetal, agregar bajas concentraciones de minerales y/u otros

fertilizantes a la solución diluida para mejorar los efectos de la hormona vegetal aplicada, cargar la solución no acuosa de la hormona vegetal (con o sin minerales y/o fertilizantes) en un pulverizador o tanque para su posterior aplicación a las plantas a ser tratadas, calibrar el pulverizador o aplicador de dosis para medir la cantidad deseada de la solución de la hormona vegetal a las plantas a ser tratadas, y transportar la solución de la hormona vegetal (con o sin minerales y/o fertilizantes) a la ubicación de las plantas a ser tratadas.

Como se estipula en la Publicación Internacional Nro. WO 2005/021715, cuyo contenido se incorpora expresamente en la presente por referencia, el nivel de auxinas se puede manipular dentro de un rango deseado mediante la aplicación de un regulador de crecimiento vegetal o fitohormona, por ejemplo, citoquinina o ácido giberélico.

La Publicación Internacional Nro. WO 2012135366 y la Publicación de EE.UU. Nro. US20120295788, cuyos contenidos se incorporan expresamente en la presente por referencia, enseñan la aplicación exógena a la copa de la planta (es decir, las hojas y flores) del regulador de crecimiento vegetal/fitohormona citoquinina. Además, la aplicación de bajas concentraciones de potasio junto con la citoquinina ha demostrado aumentar sustancialmente el efecto de la citoquinina.

20 Ejemplos

Las Tablas 2–4 y 6–8 muestran los estudios de estabilidad para quinetina, IBA y GA3 en los productos identificados en mayor detalle a continuación. Se siguieron los Lineamientos EPA sobre Estabilidad emitidos el 16 de noviembre de 2012 a la Oficina de Programas Pesticidas (OPP) relacionados con el “Protocolo de Estudio sobre Estabilidad durante el Almacenamiento Acelerado y Características de Corrosión”. Como se establece en los Lineamientos EPA, la estabilidad durante el almacenamiento acelerado se puede usar para cumplir con los requisitos de

datos EPA. La OPP ha determinado que este estudio, llevado a cabo durante 14 días a una temperatura elevada (54°C), proporciona datos adecuados en ciertas circunstancias para permitir a EPA realizar un hallazgo regulatorio respecto de la estabilidad del producto y el efecto de la formulación sobre el envase del producto.

5 Los productos evaluados en la Prueba de Estabilidad durante el Almacenamiento Acelerado incluyen los ingredientes activos suministrados en las Tablas 1 y 5 a continuación. La Tabla 5 enumera el ingrediente activo en una solución no acuosa de propilenglicol como solvente, que contiene menos del 0,5% en peso de agua, de acuerdo con la presente invención. Los datos de estabilidad
10 comparan la solución no acuosa de las hormonas vegetales de conformidad con la presente invención (denominada en este ejemplo como “orgánica”). Específicamente, las soluciones no acuosas se formularon con propilenglicol como solvente en lugar de agua, con menos del 0,5% de agua en la solución. El propilenglicol es un solvente aceptable, dado que se considera un bajo Compuesto
15 Orgánico Volátil (VOC) en algunas áreas. Un bajo VOC se define en esta invención como un compuesto con una presión de vapor de menos de 0,1 mm Hg a 20°C. La presión de vapor del propilenglicol es de 0,08 mm Hg a 20°C. Como se puede ver en las Tablas, las hormonas vegetales conservaron su estabilidad mejor en las soluciones orgánicas, es decir, las soluciones no acuosas, formuladas con
20 propilenglicol como solvente de acuerdo con la presente invención. Las Tablas 2 y 6 muestran la estabilidad de la quinetina en las distintas composiciones a los 0, 7 y 14 días. Las Tablas 3 y 7 muestran la estabilidad de IBA en las distintas composiciones a los 0, 7 y 14 días. Las Tablas 4 y 8 muestran la estabilidad de GA3 en las distintas composiciones a los 0, 7 y 14 días.

25

Tabla 1

	Quinetina	IBA	GA ₃
--	-----------	-----	-----------------

Producto	Etiqueta	EPA	EPA	Etiqueta	EPA	EPA	Etiqueta	EPA	EPA
		Etiqueta	Etiqueta		Etiqueta	Etiqueta		Etiqueta	Etiqueta
		(máx.)	(mín.)		(máx.)	(mín.)		(máx.)	(mín.)
Nro. 1	0,090%	0,099%	0,081%	0,050%	0,0550%	0,0450%	0,050%	0,0550%	0,0450%
Nro. 2	0,009%	0,010%	0,008%	0,005%	0,0055%	0,0045%	0,005%	0,0055%	0,0045%
Nro. 3	0,15%	0,165%	0,135%	0,85%	0,9350%	0,7650%			
Nro. 4 (ac.)	0,09%			0,045%			0,03%		
Nro. 5 (ac.)	0,09%			0,050%			0,05%		

Los productos proporcionados en la Tabla 1 corresponden a las siguientes etiquetas indicadas a continuación:

Nro. 1 – Reguladores de crecimiento vegetal 10X

5 Nro. 2 – Reguladores de crecimiento vegetal 1X

Nro. 3 – Regulador de crecimiento vegetal

Nro. 4 – Competidores (3 años)

Nro. 5 – Regulador de crecimiento vegetal 1X (acuosos)

10

Tabla 2: Datos de estabilidad de quinetina

	0 días	7 días	14 días
Nro. 1	100,0%	98,0%	96,9%
Nro. 2	100,0%	109,1%	100,0%
Nro. 3	100,0%	102,9%	100,7%

Nro. 4	14,2%	17,2%	16,2%
Nro. 5	100,0%	83,2%	68,9%

Tabla 3: Datos de estabilidad de IBA

	0 días	7 días	14 días
Nro. 1	100,0%	91,7%	89,6%
Nro. 2	100,0%	98,0%	98,0%
Nro. 3	100,0%	98,7%	100,0%
Nro. 4	73,1%	64,9%	61,6%
Nro. 5	100,0%	94,0%	89,4%

Tabla 4: Datos de estabilidad de GA3

	0 días	7 días	14 días
Nro. 1	100,0%	92,3%	88,7%
Nro. 2	100,0%	95,9%	95,9%
Nro. 4	0,3% en peso	1,3%	1,3%
Nro. 5	100,0%	0,0%	0,0%

Tabla 5

	Quinetina	IBA	GA ₃	Solvente (polar/semi-polar)	Mineral
Nro. 6	0,095	0,047	0,11	Polietilenglicol 200	Ninguno
Nro. 7	0,095	0,047	0,07	Polietilenglicol 400	Ninguno
Nro. 8	0,090	0,05	0,05	Isopropanol	Ninguno
Nro. 9	0,100	0	0	Lactato de etilo/glicerol	Ninguno
Nro. 10	0	0	7,5	Propilenglicol	Ninguno
Nro. 11	0	0	15	Propilenglicol	Ninguno
Nro. 12	0	0	20	Propilenglicol	Ninguno
Nro. 13	0,085	0,04	0,065	Propilenglicol	1,2% MnCl ₂
Nro. 14	0,09	0,04	0,07	Propilenglicol	5% BMZ
Nro. 15	0,085	0,04	0,055	Propilenglicol	2,5% BMZ

*BMZ = Stoller Mixrite BMZ: 0,9% B, 0,5% Mo, 4,5% Mn, 10,0% Zn

Datos de estabilidad

Tabla 6:

quinetina

	0 días	7 días	14 días
Nro. 6	100,0%	100,0%	100,0%
Nro. 7	100,0%	100,0%	100,0%
Nro. 8	100,0%	100,0%	100,0%
Nro. 9	100,0%	100,0%	100,0%
Nro. 13	100,0%	96,1%	87,6%
Nro. 14	100,0%	100,2%	98,6%
Nro. 15	100,0%	95,9%	85,5%

Tabla 7:

Datos de estabilidad de IBA

	0 días	7 días	14 días
Nro. 6	100,0%	99,6%	96,6%
Nro. 7	100,0%	98,5%	95,5%
Nro. 8	100,0%	97,2%	95,0%
Nro. 9	100,0%	103,6%	103,6%
Nro. 13	100,0%	51,0%	0,0%
Nro. 14	100,0%	97,4%	93,0%
Nro. 15	100,0%	63,2%	52,4%

Tabla 8: Datos de estabilidad de GA₃

	0 días	7 días	14 días
Nro. 6	100,0%	100,2%	97,2%
Nro. 7	100,0%	98,9%	99,3%
Nro. 8	100,0%	100,5%	101,1%
Nro. 9	100,0%	98,3%	91,7%
Nro. 10	100,0%	98,9%	101,3%
Nro. 11	100,0%	100,0%	100,0%
Nro. 12	100,0%	100,6%	99,9%
Nro. 13	100,0%	95,4%	95,5%
Nro. 14	100,0%	92,9%	83,3%
Nro. 15	100,0%	100,0%	90,9%

La presente solución no acuosa de reguladores de crecimiento vegetal (PGR), tales como auxinas y giberelinas, en un solvente orgánico polar o semi-polar han demostrado tener mayor estabilidad en comparación con composiciones de base acuosa. La mayor estabilidad hace que la solución no acuosa sea más efectiva para mejorar el crecimiento y la productividad de las plantas al alterar la arquitectura de la planta, como se explicó antes. Significativamente, estas mejoras se alcanzaron sin el uso de químicos peligrosos para el medio ambiente. Los métodos de la presente invención logran estas mejoras aplicando hormonas vegetales naturales o sintéticas para ajustar los niveles y las proporciones de fitohormonas dentro de los tejidos de la planta a fin de producir los resultados deseados.

Aunque la presente invención ha sido divulgada en términos de una forma de realización preferida, se entenderá que se le pueden hacer numerosas modificaciones y variaciones adicionales sin desviarse del alcance de la invención.

RESUMEN

La presente invención se refiere en general a soluciones no acuosas de regulador(es) de crecimiento vegetal y solvente(s) orgánico(s) polar(es) y/o semi-
5 polar(es), a métodos para preparar dicha solución no acuosa, y a métodos para mejorar el crecimiento y la productividad de cultivo de las plantas usando dicha solución no acuosa.